

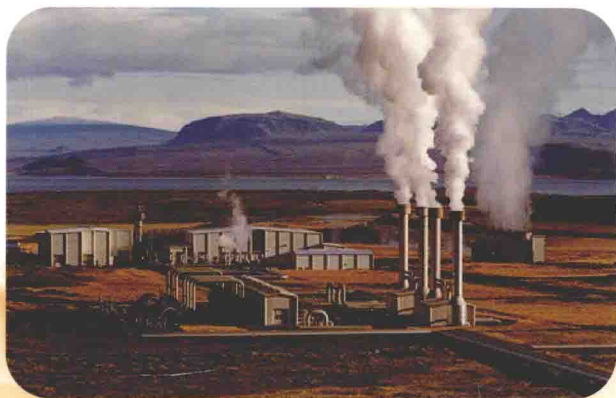


能源时代新动力丛书

生命的能源

地热能

葛鹏超◎著



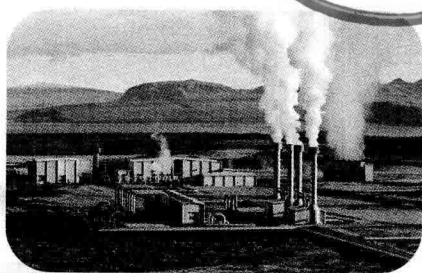
北京工业大学出版社

 能源时代新动力丛书

生命的能源

地热能

葛鹏超◎著



北京工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生命的能源——地热能 / 葛鹏超著. —北京: 北京工业大学出版社, 2015.6

(能源时代新动力丛书 / 李丹主编)

ISBN 978-7-5639-4330-2

I. ①生… II. ①葛… III. ①地热能—普及读物
IV. ①TK521-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 102557 号

生命的能源——地热能

著 者: 葛鹏超

责任编辑: 贺 帆

封面设计: 尚世视觉

出版发行: 北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园 100 号 邮编: 100124)

010-67391722 (传真) bgdcbs@sina.com

出 版 人: 郝 勇

经销单位: 全国各地新华书店

承印单位: 九洲财鑫印刷有限公司

开 本: 787毫米×1092毫米 1/16

印 张: 15.5

字 数: 179 千字

版 次: 2015 年 8 月第 1 版

印 次: 2015 年 8 月第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-5639-4330-2

定 价: 30.00 元

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题, 请寄本社发行部调换 010-67391106)

前

言

自第二次工业革命之后，人类社会的经济以前所未有的速度高速发展。人们在享受工业文明胜利果实的同时，也面临着一系列挑战：常规能源日渐枯竭，环境质量每况愈下，甚至影响到了人们的生存。在这种时代背景下，越来越多的有识之士开始寻找低碳、环保、无污染、可持续利用的新能源。地热能源以丰富的储备，以清洁、环保、可再生的特性，成为新能源领域的焦点。

其实，人类对于地热能源并不陌生。很早以前，人们就开始利用地热能，比如温泉沐浴、温泉医疗、开采地下热水取暖、建造温室等，但真正认识地热能源并将地热作为能源进行开发却是近几十年的事情。

地热是一种清洁能源。利用地热能源，让它为人类服务，这是能源开发的终极目标。但是在实践中，如何进一步地将地热能源的利用转化成现实，就成了必须要解决的问题。比如，开发地热能，该培养怎样的人才，投入多少资金，需要什么样的技术等问题，都不能停留在口头上。总之一句话，物力、人力、财力和技术一个都不能少。



生命的能源——地热能

然而，开发地热能，并不是想做就能做的。“巧妇难为无米之炊”，开发地热能的首要条件就是要有充分的、可供开发的地热能。否则，想法再多也只能是纸上谈兵、画饼充饥。

我国地热能储量丰富，其中滇藏、东南沿海和华北地区都有重点分布区。这是我们开发地热能的基础，没有这个基础，就谈不上开发利用。

地热能有不同的利用方式。地热能的利用分为直接利用和地热发电。直接利用包括：农业、养殖业、旅游业和供暖行业等，比如将地热用于采暖和供热就属于直接利用地热能的形式。目前，地热最重要的利用方式还是发电。可以在有地热能的地方建立地热电站，可以利用热水、蒸汽或者地热岩体发电。但是，“没有金刚钻，别揽瓷器活儿”，地热发电还需要多方面的技术支持。

地热能也不是完美无缺的。人们已经发现地热能是无价之宝，但是在开发利用的过程中，依旧会出现各种问题。比如说，地热能是可再生能源，但如果过度开发，它也会枯竭。

地热能是清洁环保的能源，但是开发地热也会诱发地震，引起地表下陷等一系列问题。尽管如此，我们也要权衡利弊，继续坚持开发地热能。为了造福更多的民众，我们不能因噎废食。

虽然我国的地热开发和利用起步较晚，但是我国地热能丰富，如果闲置不用是对地热能的巨大浪费，而且地热利用在我国有相当良好的发展前景。比如，传统能源的枯竭和社会对于能源的巨大需求，迫使人们寻找可持续利用的新能源，走可持续发展的道路，在这方面，开发地热能是众望所归的。

改革开放后，经过一段时间的发展，我国的经济实力逐渐增强，科学技术水平也显著提高，为地热能的开发提供了良好的

技术支撑和物质保障。另外，我国已经制定了相关的鼓励政策，为地热利用创造了积极的条件。

从全局的角度上来讲，开发利用地热资源既能够保障国家能源供应安全，对于建设资源节约型和环境友好型社会，也是必不可少的。同时，开发利用地热资源也是减轻国家能源不足的压力、实现可持续发展的需要，因而具有广阔的发展前景。

我们已经认识到地热能的优点和可观前景，就像旅行前已经准备好了路线图，可以指导我们更好地前进。这本书以生动的语言和有趣的事例翔实地介绍了关于地热能方方面面的知识，是了解和深入认识地热能的上佳读本。

另外，由于地热能是个比较前沿的话题，加上发展速度比较快，而作者水平有限，因此在著作过程中，难免有不足之处，还请广大读者不吝赐教。

目 录

第一章 “热”情洋溢的地球

第一节 地心大冒险	003
一、地壳	004
二、地幔	008
三、地核	009
第二节 关于地热来源的几种说法	011
一、深部放射性同位素的蜕变	011
二、宇宙微波	014
三、其他学说	017
第三节 地球如何散热	019
一、大地热流	019
二、热泉活动	021
三、火山活动或岩浆侵入活动	022
四、地球内部热含量与地热能源	026



第四节 多姿多彩的地热资源	029
一、地热资源的存在形式	029
二、地热能温度不同	031
三、地热区或地热田的地热资源分类	032
第五节 “忽冷忽热”的地热带	034
一、板间地热带	034
二、板内地热带	038
第六节 我国地热资源分布	042
一、高温地热资源的分布	042
二、中低温地热资源分布	043

第二章 地热能，一切皆有可能

第一节 认识地热能	049
一、地热伴生	049
二、地热和温泉	051
三、地热利用，需要可持续发展	053
第二节 冬日里的一抹温存	056
一、地热利用简史	056
二、地热利用有前提	058
三、各国的地热供暖利用	059
四、中低温地热水供热	061
第三节 泡温泉，“蒸蒸日上”	065
一、“温泉水滑洗凝脂”	065
二、温泉种种	067

三、温泉, 让疗养和美景同在	068
四、温泉之国	070
五、俄罗斯医疗热矿水	071
六、信宜美人泉	072
第四节 生命培育的温床	076
一、“分得园内温汤水, 二月中旬已进瓜”	076
二、温泉和养殖业	078
三、国外的地热温室	080
第五节 工业多面手	083

第三章 地热发电的春天

第一节 曾入“冷宫”, 摇身一变成“新贵”	091
一、地热受“冷遇”多年	091
二、地热能优势更多	093
第二节 地热钻井也是门大学问	097
一、探热之路	097
二、地热钻井工程	100
第三节 谈一谈地热发电	103
一、地热发电系统	103
二、地热发电, 优势多多	107
三、地热发电技术难题	108
第四节 热泵技术, 热量传递的新干线	114
第五节 国内外地热发电典型案例	119
一、世界上的地热田	120



二、西藏羊八井地热电站	121
三、世界最大的地热电站即将开工建设	123
四、地热发电的相关问题	124

第四章 探热之路不平坦

第一节 地热发电的昨日和今天	129
一、地热发电两大类	129
二、地热发电简史	132
三、菲律宾的地热利用	134
四、日本地热发电概况	135
第二节 近“热”无门，纸上谈兵	137
一、近观地热发电	137
二、对症下药	142
第三节 新时代，新思路	144
一、地源热泵——浅层地热开发的利器	144
二、干热岩开发	148
三、地热信息自动监测与智能化管理系统	150
第四节 中国地热利用状况与发展趋势	152
一、地热利用状况	152
二、问题多多	155
三、地热能源利用的良策	157
第五节 世界地热发电大家庭	160
一、欧洲	161
二、亚洲	162

三、美洲	163
四、非洲	165
五、大洋洲	165

第五章 你不知道的地热危害

第一节 地质危机	169
一、地表下陷	169
二、引发地震	171
三、地热田开发效应	173
第二节 侵扰土地的不速之客	178
一、对土地造成化学污染	178
二、热污染	181
第三节 水和空气的隐形杀手	183

第六章 人一生要去的五个“地热”胜地

第一节 巅峰的馈赠——中国西藏	189
一、西藏地热资源	189
二、西藏的地热利用	192
三、西藏间歇泉	197
四、高原温泉	198
第二节 磺泉玉雾——中国台北	201
一、大屯火山群	201



二、北投温泉和芝山岩	202
三、金山温泉和地热谷	205
第三节 温泉之乡——日本	207
一、浸泡在温泉中的民族	207
二、温泉旅馆	209
三、“风吕民族”	210
四、温泉奇效	211
五、温泉中的明珠	212
第四节 大自然的鬼斧神工——黄石公园	216
一、最大的国家公园	216
二、地热奇观	218
三、不安分的黄石火山	223
第五节 冰与火的国度——冰岛	226
一、冰火两重天	226
二、冰岛蓝湖	228
三、大间歇喷泉	229
四、黄金瀑布	230
参 考 文 献	233

第一章 “热”情洋溢的地球



地热，顾名思义，就是来自地球内部的热能。

人类祖祖辈辈生活在地球的怀抱中，地球用它宽广的胸怀哺育了人类。为了使人类更好地生活在地球上，地球送给人类很多神奇的礼物，地热就是地球送给人类的神奇礼物之一。

地热是地球“一腔热情”的表示。地热的出现，表明了地球的丰富多彩和“热”情。虽然，有时候我们会因为地热的“热”情洋溢而受伤，但如果我们认真了解地热的来源、规律等信息，找到安全有效的利用方式，那么，地热带给我们的就会是温暖，而不是伤害。人类要善于利用地热，才不会辜负地球的一腔“热”情。

第一节 地心大冒险

地球表面 71% 的地方都被蔚蓝的海水覆盖着，陆地只占不到三分之一的面积。所以人们说，地球更确切地讲，应该叫作水球。自从人类进入太空后，从太空发回来的照片也更加印证了这一点：地球就是一个蓝色的水球，是一个宁静、美丽的世界。

但是，我们不能被表面的现象所迷惑。在地球的表面，确实是面积广阔的海洋。然而，我们应该看到，海洋相对于地球来讲，只是覆盖在表面的一层海水。而在地球的内部，存在着很多能量，温度极高，地球正中心的温度甚至可以高达 6600°C ，足以让岩石和铁变成液体。

有人可能会问：“为什么地心有这么高的温度却并没有把生活在地球上的人类烧坏呢？”那是因为我们生活的地球的外壳是一层厚厚的岩石，这层岩石就是天然的绝热体。

地壳将地球内部的高温包裹了起来，既能防止地球热量的流失，又很好地保护了地球上的各种生物。地心深处的情况，我们由于看不见、摸不着，因而缺乏必要的了解。在下面的内容中，我们就介绍一下地球内部的情况，来一次地心大冒险。

地球内部由地壳、地幔以及地核三部分构成。其中，地壳由



生命的能源——地热能

土层和坚硬的岩石构成，成分为硅铝和硅镁盐。地幔由岩浆构成。地核由铁、镍等金属构成。

一、地壳

地壳是地球表面以下、莫霍面（地壳同地幔间的分界面，称为莫霍面，以发现者南斯拉夫地震学家莫霍洛维奇的名字命名，简称莫霍面。在莫霍面上，地震波的传播速度急剧改变，说明地壳和地幔之间密度不同）以上的固体外壳，地壳的厚度是不均匀的。

地壳平均厚度约 17 千米，大陆部分平均厚度约 33 千米，高山、平原地区（如青藏高原）地壳厚度可达 60~70 千米。一般认为海洋地壳较薄，平均厚度约 6 千米。

由于地球上有高山巍峨，有深海低伏，所以地壳的厚度也是不同的。它的变化规律是：地球大范围固体表面的海拔越高，地壳越厚。海拔越低，地壳越薄。

地壳的物质组成除了沉积岩外，基本上是花岗岩、玄武岩等。花岗岩的密度较小，分布在密度较大的玄武岩之上，而且大多分布在大陆地壳，特别厚的地方则形成山岳。

地壳上层为沉积岩和花岗岩层，主要由硅-铝氧化物构成，因而也叫硅铝层。

下层为玄武岩或辉长岩类，主要由硅-镁氧化物构成，称为硅镁层。海洋地壳几乎或完全没有花岗岩，一般是在玄武岩的上面覆盖着一层厚约 0.4~0.8 千米的沉积岩。

地壳自形成以来，每时每刻都在运动着，这种运动引起地壳

结构不断地变化。地震是人们直接感到的地壳运动的反映。更普遍的地壳运动是在长期、缓慢地进行着，也是人们不易觉察到的，必须借助仪器长期观测才能发觉。例如，大地水准测量资料证明，喜马拉雅山脉至今仍以每年 0.33~1.27 厘米的速度在上升。

地球在地质时期的地壳运动，虽然不能通过直接测量得知，但在地壳中却留下了形迹。在山区岩石裸露的地方，沉积岩层常常是倾斜、弯曲的，甚至断裂错开了，这都是岩层受力发生变形的结果。

在我国山东沿海一带，昔日的海滩现已高出海面 20~40 米。福建漳州、厦门一带，昔日的海滩也已高出海面 20 米左右，说明这些地方的地壳在上升。我国渤海海底发现了长约 7 千米的海河古河道，这表明渤海及其沿岸地区为现代下降速度较大的地区。

再比如，美丽的雨花石产于南京雨花台，这些夹有美丽花纹的光滑的卵石，是古河床的天然遗物。雨花台大量堆积着卵石，说明这里过去曾有河流，以后地壳上升，河道废弃，才成了如今比长江水面高出很多的雨花台砾石。

在地球的表面可以看到各种各样的岩石，有时是沉积岩，如黏土、砂岩或石灰岩等。有时候是大部分由花岗岩组成的古老“地盾”。而另些时候可以见到的是从火山流出的熔岩。

沉积岩在地质上占据着重要位置，因为它蕴藏着地球上矿物质资源的绝大部分和相当多的石油资源。另外，化石也在沉积岩中，而化石在人们研究地球的历史和生物演化等方面有着不可替代的作用。

地壳上部的温度分布，主要受两方面的热量影响，一是太阳的辐射热，二是来自地球内部的热源。根据地壳表层至 3 千米以